SETIEMBRE 2002 - Nº 45

REVISTA ingeniería

ORGANO OFICIAL DE LA ASOCIACION DE INGENIEROS DEL URUGUAY



www.RUBRICAPUBLICIDAD.com



Renta Personal

Su Futuro en las Mejores Manos

TODO UN BANCO TRABAJANDO PARA USTED.

Mediante un pago mensual o al contado el asegurado percibe una renta vitalicia a partir del plazo estipulado.
Un sistema de ahorro con una rentabilidad superior al promedio del mercado, que puede ser usado tanto como complemento previsional, o como inversión financiera de futuro.



90 años

BANCO DE SEGUROS DEL ESTADO
Gente Segura, Gente del Banco.

TELESERVICIOS 1998 / 0800 1998 interior sin cargo / www.bse.com.uy

teorema

Por comprometernos con la sociedad...





Premio
Nacional de Calidad
2000



1996 Primera empresa de la Industria de la Construcción en obtener un certificado ISO 9000

2000 Galardonada con el Premio Nacional de Calidad

2001 Primera empresa de la Industria de la Construcción en obtener un certificado ISO 14000

Los hitos anteriormente mencionados demuestran la importancia que tienen para Teyma la Calidad, la Gestión y el Medio Ambiente. Esta política firme destinada a la permanente búsqueda de la mejora contínua, tiene por destino mantener el compromiso con la Sociedad, liderando un mercado día a día más exigente.

Nuevamente gracias a quienes han confiado en nosotros todos estos años, y a quienes trabajan silenciosamente todos los días para hacer de Teyma lo que es hoy.

TEYMA

Su Interlocutor en Recursos y Soluciones Técnicas.

REVISTA
ingeniería

Comisión Directiva de la
Asociacion de Ingenieros del Uruguay

Presidente
Ing. Ind. Eduardo R. Alvarez Mazza

Vice-Presidente
Ing. Ind. Walter Dura

2º Vice - Presidente
Ing. Ind. Joaquín Próspero

Secretario
Ing. Mec. Carlos Malcuori

Pro - Secretario
Ing. Civ. Marcos Bigatti

Tesorero
Ing. Ind. Mec. Alfredo De Santiago

Pro - Tesorero
Ing. Ind. Mec. Daniel Martínez

Vocales
Ing. Civ. Enrique Penadés
Ing. Comp. Silvana Olivera
Ing. Civ. Elena Ferreira
Ing. Ind. Federico Cvetreznik

Gerente
Daniel Ferreiro

Redactor Responsable
Ing. Joaquín Próspero Cassou
Gral. French 2279

Diseño Gráfico
Contraarte
Achiras 1377 - Tel.: 709 00 44

Administración y Publicidad
Editora de revistas S. R. L.
Vázquez 1434.
Tel. 401 45 11, telefax: 408 50 09

Impresión
Imp. AURELIA - D. L. Nº 257.156-96

Todos los derechos reservados. Los artículos firmados que se publiquen son de total y exclusiva responsabilidad de sus autores y la Dirección de la Revista no se solidariza necesariamente con las opiniones en ellos expuestas. De acuerdo a las recomendaciones de la II Convención de UPADI se permite la transcripción de artículos o pasajes de los mismos solamente con la autorización previa y la indicación de la fuente respectiva. Toda correspondencia debe ser encaminada a la Redacción: Cuareim 1492, tel.: 901 17 62, fax: 900 89 51. E-mail: asocing@adinet.com.uy. Internet: www.artech.com.uy/aiu.
Por suscripciones dirigirse a la Redacción. Publicación exonerada de todos los impuestos nacionales (Resolución del P. E. del 13/5/1965). Precio del ejemplar $ 20, (50% de descuento para estudiantes de Ingeniería.
ISSN 0797-05060

La Asociación de Ingenieros del Uruguay está integrada por los siguientes profesionales universitarios. Ingenieros: Civiles, Electricistas, Industriales, Industriales Electricistas, Industriales Eléctricos, Industriales Mecánicos, Mecánicos, Navales, Sist. en Computación.

Editorial

La A.I.U. - Protagonista y factor determinante del necesario cambio positivo en la sociedad

La Asociación ha realizado una serie de actividades y de publicaciones en distintos medios demostrando que la AIU tiene una actitud proactiva. Como además creemos que los Ingenieros tenemos la aptitud requerida para ser factor y protagonistas del desarrollo , en un momento de demanda de la **reactivación económica** es que creemos que tenemos un importantísimo rol a desempeñar.

En esa línea, en el Editorial del número anterior de Revista Ingeniería, anunciábamos que la AIU, junto con otras destacadas Instituciones de nuestro medio, estaba coorganizando el "5º FORO INTERNACIONAL DE MARKETING Y NEGOCIOS – LA REACTIVACIÖN ES POSIBLE". Como es de conocimiento de todos nuestros colegas, ese evento se llevó a cabo con enorme brillo y éxito, en los días 9, 10 y 11 de Setiembre pasados.

Tuvimos allí oportunidad de encontrarnos con gente del entorno nacional e internacional de primer nivel, técnicos muchas veces no vinculados directamente a la Ingeniería pero sí del entorno donde la Ingeniería está presente, como el caso del Dr. Alberto Levy, que ilustró sobre el concepto de "clusters" en vista al paradigma de la competitividad sostenible en el tiempo.

Hubo paneles de empresarios exitosos en esta actual plena crisis y hubo muy relevantes intervenciones, como no podía ser de otra manera, de Profesionales de la Ingeniería; así , por ejemplo, el Ingeniero Nicolás Jodal que nos habló de "Genexus: en Uruguay se puede" y el Ingeniero Alberto Ponce que, frente a las distintas exposiciones sobre lo que habría que hacer, mostró las realizaciones que efectivamente hacemos los ingenieros, desde los puentes a los rascacielos y a las fábricas con lo cual una vez más aparece el carácter proactivo de nuestra profesión.

Ing. Eduardo R. Alvarez Mazza
Presidente

Sumario

Nº 45

.REVISTA.
ingeniería

Protección de edificios y estructuras de las descargas eléctricas atmosféricas Una visión actualizada del tema

1ª parte

Ing. Ind. Carlos Martony



3

Industria de la construcción
Evolución

Ing. Civil Ramón E. Requesénz Paz

El ingeniero Requesénz egresó de la FIA en 1971. Es Director Gerente de Techint S.A.C.I. (Uruguay). Desde 1999 es Académico Titular de la Academia Nacional de Ingeniería.

9

Nuevas Tecnologías en la Educación Educación a Distancia (e-learning)

Ing. Silvana Olivera Egarzábal

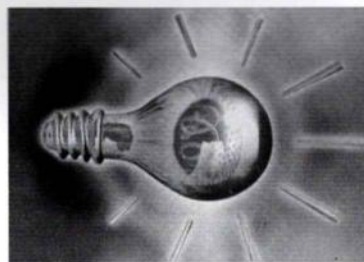
La Ing. Olivera es egresada de la FIA en 1998, con el título de Ingeniero en Computación. Es Analista Económico, docente Universitaria y está cursando MBA - Maestría en Administración de Empresas. Directora de "Nuevas Tecnologías de Información y Comunicación en la Educación", del Ministerio de Educación y Cultura.



11

Sector eléctrico: uso y abuso de las comparaciones tarifarias

Ing. Beno Ruchansky y Ec. Jorge Molinari



Nota: Los Autores advierten que estos artículos fueron realizados a principios de este año, por tanto no está incorporado el impacto de la devaluación del peso uruguayo sobre las tarifas. De todos modos, la incorporación al análisis de la depreciación de nuestra moneda, refuerza la vigencia del artículo y sus conclusiones.

14

Conceptos básicos sobre calidad

Ing. Joaquín Próspero Cassou

Un recurso con valor estratégico para el entorno empresarial.
En este número publicamos la segunda y última parte de este artículo, cuya primera parte fue publicada en el nº 44 de nuestra Revista

18

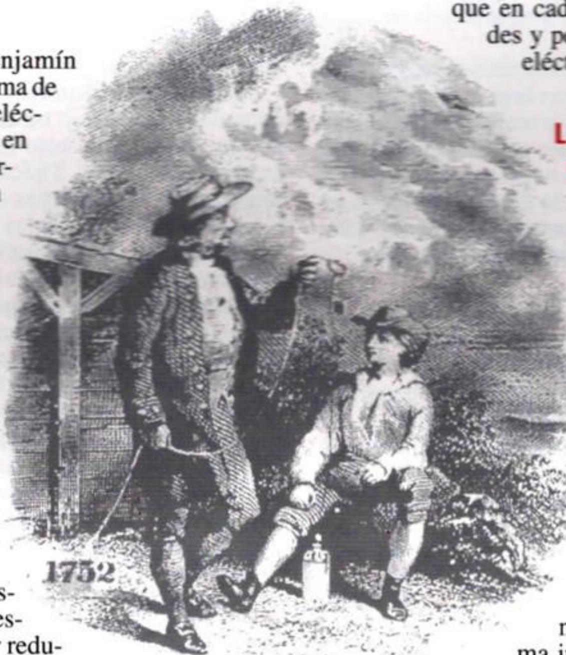
Protección de edificios y estructuras de las descargas eléctricas atmosféricas Una visión actualizada del tema

1ª parte

Ing. Ind. Carlos Martony

INTRODUCCIÓN

En 1752, hace 250 años, Benjamín Franklin inventó el primer sistema de protección contra descargas eléctricas atmosféricas consistente en "una varilla metálica ubicada verticalmente en el exterior en un punto elevado, una varilla metálica hincada en tierra, y un conductor de conexión entre ambas". Franklin había percibido que de esa manera las descargas atmosféricas incidían en la varilla elevada, siguiendo el camino de menor resistencia hacia tierra, y de esa manera se reducía la posibilidad de ocasionar daños en otros elementos circundantes. Dicho diseño aun sigue vigente en la actualidad.



Desde Franklin hasta nuestros días mucha ha sido la investigación realizada para intentar reducir las pérdidas ocasionadas por los rayos. Dichas pérdidas son muy importantes por lo que, despierta un gran interés cualquier diseño que permita reducirlas.

PÉRDIDAS OCASIONADAS POR LAS DESCARGAS ELÉCTRICAS DE ORIGEN ATMOSFÉRICO

Las compañías de seguros han identificado a las descargas eléctricas atmosféricas como responsables de alrededor del 5 % del total de los montos pagados. Por otra parte, las empresas eléctricas atribuyen a los rayos, el 30 % de las interrupciones de suministro. En Estados Unidos las descargas eléctricas atmosféricas son responsables de cientos o miles de millones de dolares de pérdidas anuales. Por otra parte los rayos también causan incendios y desgracias personales por electrocución. El Servicio Meteorológico de Estados Unidos (National Weather Service) registró que, entre 1959 y 1994, los rayos causaron la muerte de 3.239 personas y provocaron lesiones a otras 9.818 .

Cada día se producen en todo el mundo alrededor de unas 2000 tormentas eléctricas que en cada segundo producen de 30 a 100 descargas atmosféricas de nubes a tierra, o sea alrededor de 5 millones en un día, lo cual indica que en cada instante hay muchas propiedades y personas amenazadas por el riesgo eléctrico de origen atmosférico.

LOS NIVELES DE PROTECCIÓN

Puesto que es imposible evitar que se produzcan las descargas eléctricas de origen atmósferico entre nubes y tierra, las normas de seguridad se refieren a los procedimientos para proteger bienes y personas de su inevitable incidencia.

Existen tres niveles de protección. El primero, al cual nos referimos en este artículo, consiste en establecer un camino directo a tierra para la corriente de descarga. Esta atracción o preferencia de que la descarga se produzca a través de un sistema de protección, evita que la misma incida directamente en otros puntos en los cuales podría ocasionar daños materiales o la electrocución de personas.

El segundo nivel de protección consiste en minimizar los efectos indirectos que puede causar una descarga eléctrica atmosférica mediante un adecuado diseño del recorrido de los elementos conductores que provienen del exterior, y que por lo tanto podrían captar, por fenomenos de inducción, parte de la energia disipada por una descarga. Estas medidas se complementan mediante la equipotencialización de elementos conductores y mediante blindajes adecuados.

Establecidas las dos barreras antes mencionadas, aun es posible que los pulsos inducidos por una descarga atmosférica, lleguen a través de los cables de suministro de energía eléctrica o por los conductores que traen las señales de comunicaciones telefónicas o de radio desde el exterior, y ocasionen daños a equipos o personas. El tercer nivel de protección consiste en instalar filtros o dispositivos descargadores en las entradas o salidas de información y/o energía de los equipos. Estos dispositivos, que absorben el exceso de energía proveniente de la perturbación, pueden ser parte de la instalación general (protectores primarios), o integrar cada equipo individual.

En lo sucesivo nos referiremos a los sistemas de protección destinados a constituir el primer nivel de protección de una estructura.

CARGA ELÉCTRICA DE LA TIERRA

La tierra está cargada negativamente con una carga de alrededor de 1 millón de culombios, y una carga igual y positiva reside en la atmósfera. La resistividad de la atmósfera es variable con la altura decreciendo a medida que esta aumenta, pero a partir de una altura de aproximadamente 50 km la resistividad se vuelve más o menos constante. Esta región se conoce con el nombre de electrósfera. Existe una diferencia de potencial de aproximadamente 300.000 voltios entre la superficie de la tierra y la electrósfera lo cual da un campo eléctrico promedio de 6 voltios por metro. Cerca de la superficie de la tierra en un dia de buen tiempo el campo eléctrico es de unos 100 voltios por metro. Debido a que la atmósfera no es un aislador perfecto, hay una pequeña corriente entre la tierra y la electrósfera. Las cargas eléctricas negativas emergen de la tierra y suben hacia la electrósfera. Dicha corriente es de unos 2000 amperios. Con dicha intensidad de corriente, si la tierra no se volviera a cargar negativamente, disiparía toda su carga en menos de una hora.

Pero las descargas eléctricas atmosféricas que se producen durante las tormentas, recargan la tierra restituyendo su carga negativa. No siempre las descargas atmosféricas aportan cargas negativas a tierra pues algunas de ellas son positivas, vale decir que las cargas negativas van desde la tierra hacia las nubes. Pero por cada descarga positiva se producen 9 negativas, por lo que en un saldo final, las tormentas acaban por recargar negativamente a la tierra.

CARACTERÍSTICAS DE LAS DESCARGAS ELÉCTRICAS ATMOSFÉRICAS

Si bien las teorías sobre la forma en que se generan las cargas en una nube de tormenta son muy especulativas, en cambio, las características eléctricas de las descargas que la acumulación de dichas cargas producen, son bastante bien conocidas debido a las investigaciones realizadas por científicos a lo largo de muchos años.

Las descargas eléctricas de origen atmosférico se producen de 4 diferentes maneras:

a. dentro de una misma nube
b. de una nube a otra
c. de una nube al aire circundante
d. de una nube a tierra

Las tres primeras maneras de producirse las descargas tienen poca influencia sobre la superficie de la tierra, aunque si son una fuerte de preocupación para la aviación, pues se estima que un avión comercial recibe promedialmente una descarga eléctrica de origen atmosférico por año.

Las descargas de nube a tierra son las que normalmente nos preocupan por sus efectos destructivos. Son sus características las que consideraremos a continuación.

Cuando las cargas negativas acumuladas en la parte inferior de una nube adquieren tal concentración que el campo eléctrico toma valores del orden de 3 o 4 kV por cm, comienza a producirse un proceso de ruptura dieléctrica del aire. Dicho proceso se produce en forma intermitente y escalonada. Cada escalón se va produciendo a continuación del anterior y va desarrollando una trayectoria ramificada de escasa luminosidad, que va descendiendo hacia tierra. La longitud típica de un escalon es de unos 50 metros, y el lapso entre escalones sucesivos es del orden de los 50 microsegundos. Esta descarga se denomina *trazador escalonado.*

Cuando la punta del trazador escalonado se acerca a la superficie de la tierra, su elevado campo eléctrico es suficiente para que desde determinados puntos de la tierra o desde edificios o estructuras, se produzca un proceso de ruptura dieléctrica del aire, similar a la del trazador escalonado, pero en sentido ascendente. Dichas descargas corona son conocidas como *trazador ascendente* o fuego de San Elmo, elevándose hasta alturas de 10 a 50 metros.

Cuando las puntas del trazador escalonado y el trazador ascendente se acercan lo suficiente como para ocasionar la ruptura dieléctrica del aire entre ellas, se unen los dos caminos ionizados, y se completa un camino conductor entre la nube y la tierra, produciéndose la primera *descarga de retorno.* Se denomina descarga de retorno pues su sentido de propagación es ascendente, vale decir contrario al sentido del trazador escalonado que, como vimos, es descendente. La descarga de retorno es muy luminosa, de aspecto ramificado y muy intensa, con corrientes del orden de decenas de miles de amperios. El frente de onda se propaga a una velocidad del orden de 1/10 de la velocidad de la luz. La longitud típica del canal es de 5 km (min. 2 y max. 14 km), y la duración del recorrido desde tierra hasta la nube es del orden de 70 microsegundos.

La intensa luminosidad de la descarga es acompañada eventualmente de intensas ondas sonoras denominadas trueno, provocadas por la expansión supersónica del aire que rodea al canal de la descarga eléctrica,

Después de la primera descarga de retorno, el fenómeno puede finalizar sin otras descargas, pero generalmente ello no es así. En efecto lo más común son los rayos de múltiples descargas. Típicamente un rayo puede estar formado por 3 o 4 descargas de retorno, pero se han llegado a registrar rayos con hasta 26 descargas.

El proceso de producción de las descargas sucesivas es el siguiente. Después de la primera descarga de retorno, se produce una predescarga descendente de nube a tierra, que se denomina *trazador tipo dardo,* llamado así pues es una descarga luminosa que avanza en forma contínua, como un dardo luminoso de unos 50 metros de largo, sin ramificaciones, que se desplaza por el canal por el cual se produjo la descarga de retorno precedente. El trazador tipo dardo deposita cargas a lo largo del canal de descarga previo, preparando las condiciones para que se produzca una segunda descarga de retorno, en la cual se drenan cargas adicionas disponibles en zonas más altas de la nube.

Después de la seguna descarga de retorno, puede volver a repetirse varias veces el mismo proceso en que un trazador tipo dardo precede a una nueva descarga de retorno. Cuando no quedan ya suficientes cargas en la nube para alimentar las descargas de retorno, estas cesan.

La descripción precedente deja bien claro que el rayo es un proceso que comienza con la ionización progresiva del aire entre la nube y tierra, lo cual va formando un canal conductor que una vez completado da lugar a la descarga intensa del rayo. Por lo tanto debe desecharse la errónea idea de que se trata de una brusca descarga disruptiva del aire entre la nube y tierra, como si se tratase de un gigantesco condensador en el cual súbitamente se produce la ruptura dieléctrica del aire descargando la carga de la nube a tierra. En efecto, sabido es que el campo eléctrico que provoca la tensión disruptiva del aire seco a la presión atmosférica es

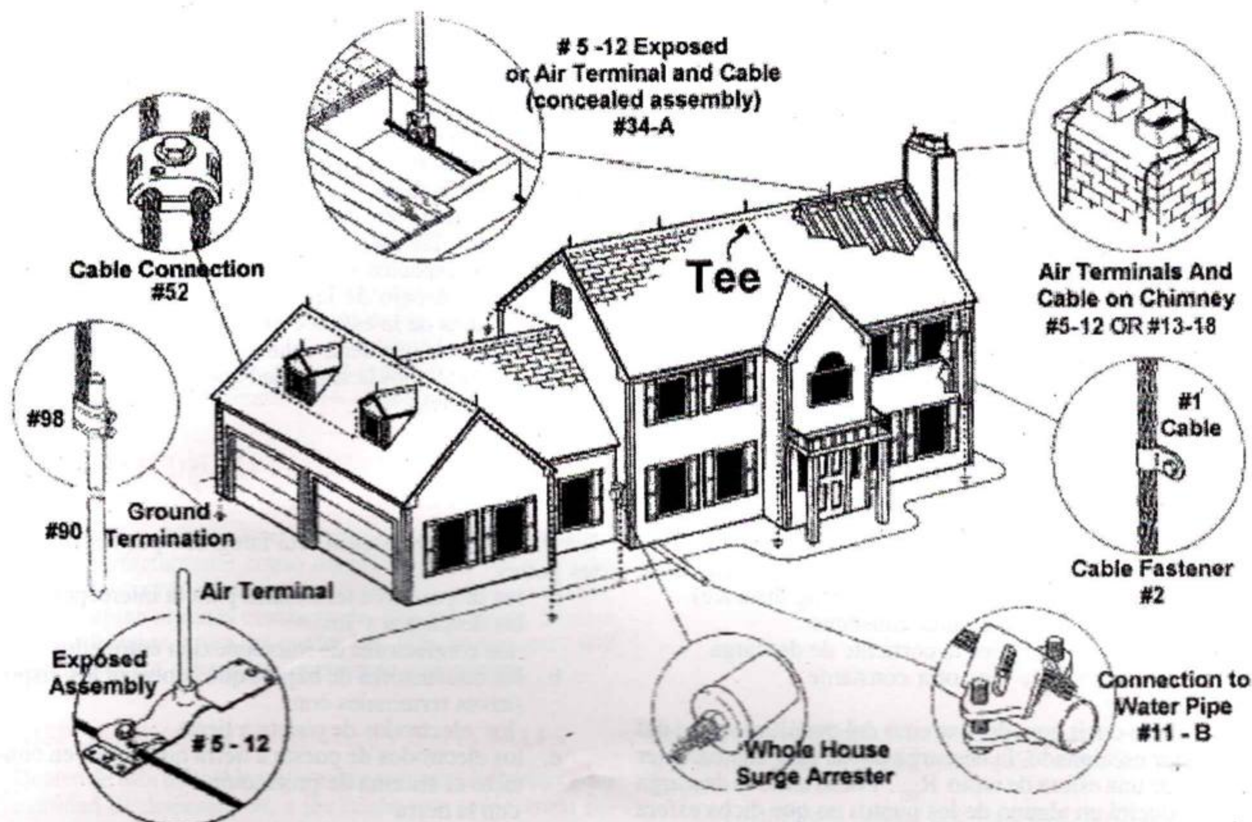
$$E = 3 \times 10^6 \quad V/m$$

a una presión menor como a la altura de la nube, el valor puede ser 2 veces menor, y en presencia de gotas de agua 3 veces menor. Redondeando, asumiremos para el campo disruptivo un valor medio igual a

$$E = 10^6 \quad V/m$$

Si un rayo produjera súbitamente la ruptura dieléctrica del aire entre nube y tierra, atravesasando una distancia de por ejemplo 10 kilómetros, el voltaje que se requeriría para ello sería de

$$V = E \times d = 10^6 \text{ V/m} \times 10^4 \text{ m} = 10^{10} \text{ Voltios}$$



Sin embargo los valores medidos en la práctica nunca llegan a esos valores, siendo del orden de

2×10^8 Voltios.

El mecanismo real de lo que ocurre en una descarga es que, las cargas de la nube crean *localmente* zonas con valores de campo del orden de 10^6 V/m que producen la ruptura dieléctrica del aire, y de esa manera, se va construyendo gradualmente un canal ionizado que cuando llega a tierra produce la descarga de retorno.

CORRIENTES ELÉCTRICAS DESCARGADAS POR UN RAYO

Las corrientes que circulan durante las sucesivas descargas de retorno de un rayo, son muy intensas, tienen muy corta duración y su forma de onda muestra inicialmente un crecimiento muy empinado hasta alcanzar su pico máximo, seguido de un decrecimiento más lento. Las descargas atmosféricas son un evento estadístico, por lo tanto los valores de las magnitudes que las caracterizan están siempre asociados a una probabilidad de ocurrencia. En los rayos con múltiples descargas, la primera es la que drena la mayor corriente, siendo las siguientes de menor intensidad.

De acuerdo con la distribución de frecuencias de las corrientes de pico de las descargas eléctricas atmosféricas realizadas por distintos investigadores, la primera descarga de retorno tiene las siguientes características:

el 2 % tiene un pico de mas de 140 kA
el 10 % tiene un pico de más de 65 kA
el 50 % tiene un pico de más de 18 kA
el 90 % tiene un pico de más de 6,2 kA
el 98 % tiene un pico de más de 3,1 kA

Las descargas siguientes tienen un pico de aproximadamente la mitad de los valores de la primera.

El pulso de corriente de una descarga tiene un rápido crecimiento inicial y en un tiempo del orden de unos pocos microsegundos llega a su máximo. Luego comienza a decrecer, y en unos 120 microsegundos transcurridos desde su inicio, la descarga cesa.

Si bien la energía disipada no es mucha, la potencia desarrollada en una descarga eléctrica atmosférica es muy grande, pues su elevada corriente se libera en muy corto tiempo. También las sobretensiones que aparecen en los cuerpos alcanzados por una descarga son elevadísimas pues aunque sólo se interpongan en su camino impedancias muy bajas, las elevadas corrientes del orden de los kA, producen caidas de tensión del orden de decenas o centenares de kV.

MODELOS PARA ESTIMAR LA ZONA DE PROTECCIÓN

Un punto colocado a una cierta elevación y conectado a tierra a través de una baja impedancia, al atraer hacia si las descargas atmosféricas genera una zona de protección evitando que dentro de la misma las descargas incidan en otros elementos circundantes.

Tiempo atrás se utilizaba el modelo del cono de protección, pero actualmente ha sido sustituido por el modelo de la esfera rodante que tiene una mayor fundamentación científica.

EL MODELO DEL CONO DE PROTECCIÓN

El criterio del cono de protección consiste en admitir que la punta de un pararrayos crea una zona de protección de forma cónica, cuyo eje es el prarrayos, su vértice la punta del pararrayos con un ángulo al centro a , que se asume igual a 45° para estructuras comunes y de 30° para estructuras de riesgo.

Para a = 45° el área circular protegida al nivel del terreno tiene un radio R igual a la altura h de la punta del pararrayos. Para a = 30° el radio es igual a 0,58 multiplicado por la altura.

EL MODELO DE LA ESFERA RODANTE

El punto exacto donde cae un rayo recién se define con el último escalón del trazador escalonado, y en esa definición es decisiva la longitud del último escalón. .

Por otra parte, la longitud del último escalón del trazador escalonado ha sido medida mediante métodos fotográficos, y se ha podido establecer que existe una correlación entre dicha longitud y la carga contenida en el canal de descarga. Como dicha carga, a su vez, está relacionada con la corriente descargada por el rayo, se tiene finalmente una relación entre la longitud del último escalón del trazador escalonado, y la corriente descargada por el rayo. Como ambos valores (la longitud del último escalón y la corriente de descarga del rayo), pueden ser medidos, se ha podido establecer una fórmula que relaciona a a ambos. La expresión general de dicha fórmula es la siguiente:

$$R_{SD} = K \cdot I^a$$

en la cual R_{SD} es la longitud del último escalón, denominada también distancia de descarga (striking distance)
K es una constante
I es la corriente de descarga
a es otra constante

Quiere decir que, del extremo del penúltimo paso del trazador escalonado, la descarga puede caer en cualquier punto de una esfera de radio R_{SD}. Por lo tanto la descarga se producirá en alguno de los puntos en que dicha esfera toque a la tierra o a una torre, mástil o conductor conectado a tierra.

Si se expresa R_{SD} en metros e I en kA los valores de K y a , según lo determinado por distintos investigadores están comprendidos entre los siguientes límites:

$$3{,}3 < K < 10{,}6$$
$$0{,}51 < a < 0{,}85$$

En 1977, Golde halló los siguientes valores de las constantes: $K = 10$ y $a = 0{,}65$
de donde resulta la siguiente expresión: $R_{SD} = 10 \cdot I^{0{,}65}$

en la que R_{SD} se expresa en metros e I en kA.

Consideremos por ejemplo un rayo con una descarga de retorno de 10 kA. Para dicho rayo la distancia de descarga vale $R_{SD} = 10 \cdot 10^{0{,}65} = 45$ metros

Por otra parte, la siguiente fórmula de la Conferencia Internacional de Grandes Sistemas Eléctricos de Alta Tensión (CIGRE), nos permite calcular mediante la siguiente fórmula la cantidad de rayos cuya descarga excede una determinada corriente:

$$P = \frac{1}{1 + \left(\frac{I}{34}\right)^{2,6}}$$

en la cual P es la probabilidad expresada en tanto por uno que un rayo produzca un descarga mayor a I
I es la corriente de descarga del rayo expresada en kA

Si en la fórmula anterior hacemos I = 10 kA obtenemos un valor de P = 0,96 lo cual significa que existe un 96 % de probabilidades de que un rayo produzca una descarga de más de 10 kA. Consecuentemente, existe un 96 % de probabilidades de que un rayo tenga una distancia de descarga de 45 ó más metros.

Por lo tanto podemos considerar, con un 96 % de probabilidad que los fenómenos de descargas eléctricas atmosféricas podrán hacer impacto en aquellos puntos en los cuales una esfera rodante de 45 o más metros de radio toca a la tierra ó a un conductor, mástil, torre o cualquier parte de una estructura elevada sobre el nivel del piso. Para determinar dichos puntos hacemos rodar una esfera de 45 m de radio en todos sentidos apoyándose sobre tierra y sobre las estructuras cuya seguridad se quiere estudiar. Los espacios seguros son los que quedan verticalmente por debajo de la esfera rodante. Puesto que a mayores radios de la esfera corresponden mayores zonas de seguridad, al considerar solamente la esfera de 45 m de radio incrementamos la seguridad que proporciona la aplicación del modelo.

PARTES QUE INTEGRAN UN SISTEMA DE PROTECCIÓN

Un sistema de protección está integrado por las siguientes partes:

a. los dispositivos terminales para la intercepción de las descargas y los
   los conductores de interconexión entre ellos
b. los conductores de bajada que conectan los dispositivos terminales con
   los electrodos de puesta a tierra
c. los electrodos de puesta a tierra que ponen en contacto el sistema de protección
   con la tierra

LOS DISPOSITIVOS TERMINALES

Los *dispositivos terminales para la intercepción de las descargas (Strike termination devices),* son los componentes del sistema destinados a interceptar las descargas a los efectos de permitir su conducción a tierra a través de conductores apropiados. Los dispositivos terminales incluyen: terminales aéreos, mástiles metálicos, cables aéreos tendidos entre mástiles de soporte, partes metálicas estructurales del edificio, y dispositivos terminales especiales.

De las partes que constituyen un sistema de protección contra descargas eléctricas de origen atmosférico, el que más controversias provoca es el dispositivo terminal para la intercepción de descargas, principalmente debido a que muchos fabricantes ofrecen diseños especiales a los cuales les atribuyen propiedades que acrecientan la protección que puede brindar un simple pararrayos Franklin.

Veremos a continuación los distintos tipos de terminales para interceptar las descargas eléctricas de origen atmosférico.

TERMINALES AÉREOS

Un terminal aéreo (en inglés air terminal o lightning rod) es una punta metálica fabricada con un caño o una varila maciza. La Norma NFPA 780 especifica la utilización de terminales aéreos distribuidos en los techos de los edificios, en cantidad y ubicación que la norma indica. En general un terminal aéreo es una punta, normalmente de baja altura, que sobresale no menos de 10 pulgadas (25 cm) por encima del área u objeto a proteger.

MÁSTILES

Un mástil metálico terminado en punta, es un dispositivo terminal cuya altura se determina a los efectos de crear una zona de seguridad de extensión suficiente para lograr una protección adecuada de la estructura. Tanto los ter-

minales aéreos como los mástiles terminados en punta son dispositivos similares al pararrayos propuesto por Franklin

CABLES AÉREOS TENDIDOS ENTRE MÁSTILES

Un cable aéreo tendido entre mástiles, es un dispositivo terminal que en lugar de un punto, ofrece una línea para la intercepción de las descargas atmosféricas, y crea una zona de protección más extensa que la de una punta simple. Este dispositivo es extensamente usado por las empresa que suministran energía eléctrica, en sus estaciones y subestaciones de transformación exteriores y líneas de trasmisión. También son utilizados para proteger estructuras que contienen inflamables o explosivos.

PARTES METÁLICAS ESTRUCTURALES DEL EDIFICIO

Las partes metálicas estructurales de un edificio pueden actuar perfectamente como dispositivos de intercepción de las descargas eléctricas de origen atmosférico siempre que cumplan algunas condiciones que son especificados por las normas, entre las cuales las más importantes son la continuidad eléctrica y espesores suficientes.

DISPOSITIVOS TERMINALES ESPECIALES

Dentro de esta denominación están comprendidos una gran cantidad de dispositivos, a los cuales sus respectivos fabricantes atribuyen propiedades especiales. Las controversias son numerosas y en general la agresividad de los departamentos de ventas hacen caso omiso de la fundamentación científica de sus productos, cuyas propiedades son mucho más una expresión de deseos que una realidad confirmada.

PARARRAYOS DE PUNTAS MÚLTIPLES

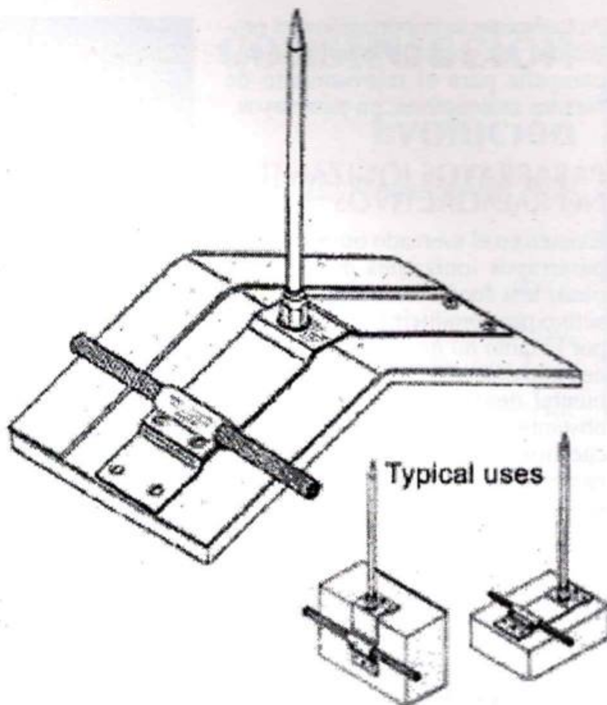
Este diseño responde al criterio de que si un dispositivo terminal de una punta es efectivo, si tiene 4 o 5 será mejor. Está en discusión si las puntas adicionales constituyen realmente una mejora tangible para las posibilidades de captación de descargas. La Norma NFPA no menciona este tipo de dispositivo. Si nos atenemos al modelo de la esfera rodante, serían muy pocas las ventajas de un terminal de puntas múltiples, con respecto al de una punta única.

PARARRAYOS IONIZANTES

Los pararrayos ionizantes son los que buscan mejorar la captación de descargas atmosféricas, y por lo tanto ampliar la zona de seguridad mediante procedimientos de ionización del aire. Los dispositivos ionizantes se clasifican en radioactivos y no radioactivos.

PARARRAYOS IONIZANTES RADIOACTIVOS

Se llaman *pararrayos radioactivos* a los dispositivos terminales que consisten en un cabezal que contiene un material radioactivo, y del cual sobresale una punta Franklin. El material radioactivo produce una ionización con lo cual se pretende que, al mejorar la conductividad del aire se facilite la descarga del rayo en la punta Franklin. Fue concebido en 1914 por el físico húngaro L. Szilard, y patentado en los años 30 por el belga Capard. Como fuente radioactiva se han utilizado el Carbono 14, el Estroncio 90, el Radio 226 y el Americio 241. La desintegración radioactiva de estas sutancias produce partículas y radiaciones ionizantes. El proceso de desintegración es muy lento, por lo cual estas fuentes de radiación tienen una vida muy larga.



Por ejemplo el tiempo que debe transcurrir para que el número de núcleos en una muestra se reduzca a la mitad es de 1600 años para el Radio 226 y de 432 años para el Americio 241. Estos tiempos tan prolongados durante el cual dichas sustancias emiten radiaciones las transforman en un serio peligro ecológico, pues la destrucción del pararrayos, por accidentes o por demolición del edificio, podría darle a la sustancia radioactiva un destino inapropiado con la posibilidad de causar graves daños a la salud de los ciudadanos.

Al gran inconveniente mencionado se agrega el hecho de que *los pararrayos radioactivos no tienen mayor efectividad que un pararrayos común.* Ello se debe a que la ionización adicional producida por la fuente radioactiva es muy inferior a la ionización natural que se produce durante una tormenta. Varios institutos de normalización se han pronunciado negativamente en relación a los dispositivos ionizantes. Según estudios realizados en Inglaterra, no existen medios de ionización artificial que permitan incrementar el poder de atracción de un terminal aéreo. En igual sentido se ha pronunciado la Comisión Electrotécnica Internacional.

Lo que ocurre con los pararrayos radioactivos es algo que nos debe llamar a reflexión. Cuando un fenómeno estadísticamente aleatorio como las descargas eléctricas atmosféricas hace muy difícil demostrar la efectividad de un dispositivo, se crea un campo fértil para fabricantes oportunistas, que con un hábil manejo del mercado y una campaña de publicidad incisiva, pretenden para sus productos virtudes que no existen. Por ejemplo un fabricante pretendía que sus pararrayos radioactivos creaban un cono de protección cuyo ángulo al centro era de 60 ° hasta 78 ° según los modelos.

Por razones ambientales, los pararrayos radioactivos están prohibidos en muchos países, y fuertemente cuestionados en otros.

En Uruguay los pararrayos radioactivos comenzaron a instalarse por los años 50, utilizándose como fuente radioactiva el Radio 226 y el Americio 241, no existiendo en la actualidad un registro preciso de la cantidad instalada.

Actualmente su importación está prohibida, y en el año 1998 se inició una campaña para el relevamiento de fuentes radioactivas en pararrayos.

PARARRAYOS IONIZANTES NO RADIOACTIVOS

Existen en el mercado otros tipos de pararrayos ionizantes que no emplean una fuente de material radioactivo para producir la ionización, y por lo tanto no merecen las objeciones que desde el punto de vista ambiental tienen los radioactivos. No obstante su efectividad también está cuestionada por las mismas consideraciones que descartan a los radioactivos: la ionización que generan es insignificante frente a la ionización natural de las descargas atmosféricas.



Los pararrayos ionizantes no radioactivos también se conocen en inglés por el nombre de ESE (Early Streamer Emission Devices) que traducido significa Dispositivos de Emisión Temprana de Trazadores. Con la ionización que producen se pretende aumentar el área de protección que brinda un pararrayos Franklin convencional.

Existen dos tipos, los de chispas y los de pulsos de tensión.

En el Dispositivo Ionizante Mediante Chispas, varios electrodos rodean a la punta principal de la cual están separados por pequeños espacios en los cuales saltan chispas para ionizar el aire. Las chispas son producidas por un dispositivo eléctrico de cebado que es alimentado por varios captadores inferiores que obtienen la energía del propio campo eléctrico de la tormenta.

En el Dispositivo Ionizante Mediante Pulsos de Tensión un transfomador de alto voltaje emite pulsos de tensión cuando se detecta un aumento del campo eléctrico debido a la tormenta. Los pulsos generan descargas corona que ionizan el aire. El circuito requiere una alimentación por batería, la cual a su vez pueden cargarse desde la red eléctrica o mediante un panel solar.

Existen numerosos estudios e informes que contradicen los argumentos de los fabricantes que sostienen una mejora sustancial de la zona de protección por el efecto ionizante de dichos dispositivos especiales.

Si se compara la ionización producida por uno de dichos dispositvos con la ionización por efecto corona debido a la aproximación de un trazador escalonado, se comprueba que aquella es mucho menor. En experimentos de laboratorio con descargas largas, se ha visto que, a igual distancia, las descargas hacia una punta convencional y a una punta ionizante, tiene la misma posibilidad de ocurrir. En un estudio realizado por la NFPA que finalizó en el año 1994, de 303 trabajos 301 consideraron que los pararrayos ionizantes no mejoraban la efectividad de una punta convencional, y sólo 2 estuvieron a favor, pero eran presentados por los propios fabricantes. En definitiva se concluyó que el uso de los dispositivos ionizantes no era recomendable ya que no proporcionaban un margen sustancial de mejora. La norma inglesa dice expresamente que no hay razones suficientes para considerar que un pararrayos ionizantes sea mejor que un pararrayos Franklin.

Los fabricantes de pararrayos ionizantes realizan ensayos de descargas entre un electrodo plano y una punta. En tales condiciones existe mayor probabilidad de descarga a una punta con dispositivo ionizante que a una punta convencional y en ello se basan para promocionar sus ventajas. En realidad. el modelo más adecuado para representar lo que ocurre en una tormenta, sería un cable colgante en lugar de un plano.

Con dicho modelo (de punta a punta en lugar de plano a punta), las probabilidades de descarga desde el cable colgante a una punta ionizante y a una punta convencional son similares.

A favor de los fabricante de pararrayos ionizantes, corresponde decir que ellos venden no solamente el pararrayos, sino el sistema de protección completo, y ademas un servicio de inspección y mantenimiento. En general dichos sistemas están realizados siguiendo procedimientos constructivos adecuados, y sus fabricantes aseguran que su comportamiento es satisfactorio. En definitiva la promoción de una punta captora especial es un argumento para diferenciar sus sistemas de los que usan simples puntas convencionales tipo Franklin, lo cual constituye una forma de captar clientes.

En el próximo número de Revista Ingeniería se publicará la segunda parte de este artículo.



Disco
NATURAL
Punta Carretas Shopping
8 de Octubre y Garibaldi
Agraciada y Asencio

CONSORCIO TRACOVIAX S.C.

CONSTRUCCIONES DE CARRETERAS,
PUENTES, OBRAS PORTUARIAS,
MOVIMIENTOS DE TIERRA, ETC.

Cerro Largo 1014 - Tel.: 908 4489 - 908 4469
Fax: 908 4003 - Montevideo

Industria de la construcción

Evolución

Ing. Civil Ramón E. Requesénz Paz

*El ingeniero Requesénz egresó de la FIA en 1971.
Es Director Gerente de Techint S.A.C.I. (Uruguay).
Desde 1999 es Académico Titular de la
Academia Nacional de Ingeniería.*

Quiero señalar alguna de las características que marcan el estado de la industria de la construcción en nuestro país, la cual tiene incidencia fundamental en el desarrollo nacional, así como ser creadora de trabajo para vastos sectores en todas las zonas del país. Basta remitirse al cuadro Nº 1 donde se marca claramente su importancia e incidencia, así como el descenso de su PBI entre 1998 y 2001 en 41%, siendo su caída en la participación del PBI total del país en un 35%.en ese lapso.

Es un sector que nuclea a un conjunto de personal que lamentablemente debido a todos los hechos económicos notorios de los últimos años ha decaído su número en forma vertiginosa. Es así que, como se indica en el cuadro nº 2, la disminución en los últimos cuatro años es del orden del 42%.

Además de los trabajadores directamente empleados en las obras, recordemos todos los indirectos que abarca esta industria a través de las oficinas centrales de los contratistas y subcontratistas, es decir, talleres, fabricantes de materiales, fleteros, carpinterías metálicas y de madera, ascensores, aire acondicionado, talleres de maquinaria, ladrilleros, canteras, barracas, vendedores de repuestos, etc., lo que hace que los sucesivos recortes en las inversiones públicas y bajas en las privadas afecten importantes y vastas áreas de la industria y el comercio en el país.

Hay que señalar que de cada 100 pesos que se invierten en la construcción, se calcula que 45 de ellos vuelven al Estado a través de los distintos componentes y el valor absoluto a recaudar podría y debería incrementarse si se efectuara los debidos controles a los distintos tipos de evasión. Para esto último se ha ofrecido a las autoridades formar una comisión tripartita de delegados del sector empresario, del sector trabajador y de los organismos estatales correspondientes, pero a la fecha no existe aún la decisión política de su integración, a pesar de que con su actuación se beneficiarían todos los involucrados, es decir empresarios, trabajadores y el propio Estado.

Asimismo, demás esta decir la importancia de la construcción de viviendas de interés social en estos momentos, por lo que los recortes de inversión que se vienen sucediendo en el Ministerio respectivo como en el BHU, no sólo han dejado sin trabajo a un importante número de operarios y a empresas en difícil situación, sino que además postergan expectativas sociales.

También debemos señalar lo limitado de la inversión en estos últimos años en la Dirección de Vialidad del MTOP, que tiene como consecuencia que no se estén manteniendo adecuadamente los casi ocho mil quinientos kilómetros de rutas existentes, por lo que los costos de operación de los usuarios en esas rutas, que también deben tenerse siempre en cuenta, van a aumentar sensiblemente. El patrimonio



Hay Ofertas y Ofertas...

Asegúrese de adquirir lo mejor

Pregunte a su asesor lo que más importa:
Calidad de construcción, Fte. al Puerto del Buceo, Seguridad perimetral c/circuito cerrado de TV.
Servicios opcionales: Spa, lavadero, tintorería, mucama, salón de fiestas con parrillero.

OFERTAS CONTADO
1 dormitorio................U$S 58.000......c/garage
2 dormitorios..............U$S 65.000......c/garage
3 dormitorios..............U$S 90.000......c/garage



Por un País mejor

Ventas: Victor Haedo 2362 esq. Bvar. Artigas Tel: 402 22 04 - 400 3067 - 099 183389
Lunes a Viernes de 10 a 19 hrs. **Domingos** de 13 a 18 hrs.
Torres Náuticas apto 2202 - 29 de Marzo esq. Rbla. Armenia Tel: 622 8962 - 628 0760 - 628 0846 - 094 369200
Lunes a Viernes de 9 a 20 hrs. Sábados y **Domingos** de 13 a 18 hrs.

Cuadro 1
PRODUCTO BRUTO INTERNO DATOS BANCO CENTRAL DEL URUGUAY

	PBI TOTAL DEL PAIS MILLONES DE DOLARES	PBI CONSTRUCCION EN MILLONES DE DOLARES	PBI CONSTRUCCION % DEL TOTAL
1995	17.844	821	4,6
1996	18.955	815	4,3
1997	19.950	838	4,2
1998	20.831	917	4,4
1999	20.624	701	3,4
2000	20.314	605	2,98
2001	18.643	537	2,88

Cálculo realizado en base a los datos del Banco Central del Uruguay donde la Construcción tuvo una reducción en el 2001 respecto del 2000 del 11,7%.
Conclusiones: Caída del PBI construcción estimada entre 1998 y 2001 - 41%

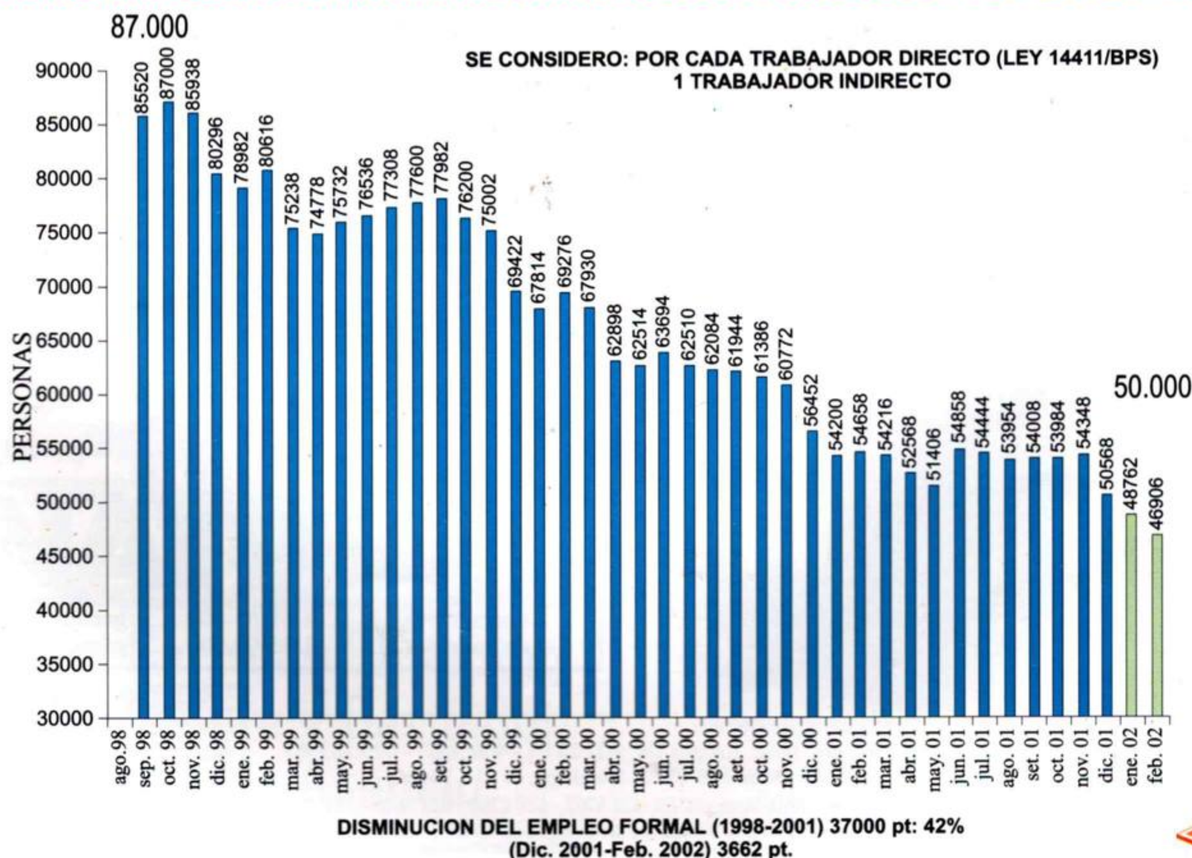
vial que se estima en el orden de los U$S 2.500 millones, está por ese motivo disminuyendo, y todos los que estamos o hemos estado en el sector vial sabemos que reconstruir sale bastante más caro que efectuar mantenimientos en tiempos adecuados, y es de recalcar que de acuerdo a estudios realizados, los ingresos del Estado a través de los impuestos directos e indirectos al sector transporte carretero, financian totalmente la buena conservación de la red vial.

Se espera que las obras de la llamada Megaconcesión comiencen en el segundo semestre del año, lo cual evidentemente va a empezar a reactivar el mercado vial, que por todo lo dicho está sumamente deprimido y con muchas de sus empresas en graves problemas económicos financieros y sus trabajadores despedidos o en seguro de paro.

A los fines de esa reactivación de todo el mercado constructor se debería empezar a utilizar préstamos institucionales de las AFAPs ,desdolarizando el mercado inmobiliario y bajando las tasas activas bancarias con las cuales en este momento es imposible trabajar para cualquier sector productivo en el país. También en corto plazo deben reducirse las leyes sociales para el sector, actualmente del 102%, valor que no surge de ningún cálculo objetivo..., medida que abarataría los costos de construcción tanto de obras públicas como privadas.

Es fundamental a los fines de reactivación de la industria de la construcción y conseguir inversiones , disminuir el peso del Estado y convencer a los economistas para que no siga sucediendo que las reducciones en gastos del Estado se traduzcan siempre en reducciones en la inversión pública que ha sido una de las principales consecuencias de los sucesivos ajustes fiscales.

Cuadro 2
PERSONAL OCUPADO EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION TOTAL DEL PAIS



DISMINUCION DEL EMPLEO FORMAL (1998-2001) 37000 pt: 42%
(Dic. 2001-Feb. 2002) 3662 pt.

Nuevas Tecnologías en la Educación
Educación a Distancia (e-learning)



Ing. Silvana Olivera Egarzábal

La Ing. Olivera es egresada de la FIA en 1998, con el título de Ingeniero en Computación. Es Analista Económico, docente Universitaria y está cursando MBA - Maestría en Administración de Empresas. Directora de "Nuevas Tecnologías de Información y Comunicación en la Educación", del Ministerio de Educación y Cultura.

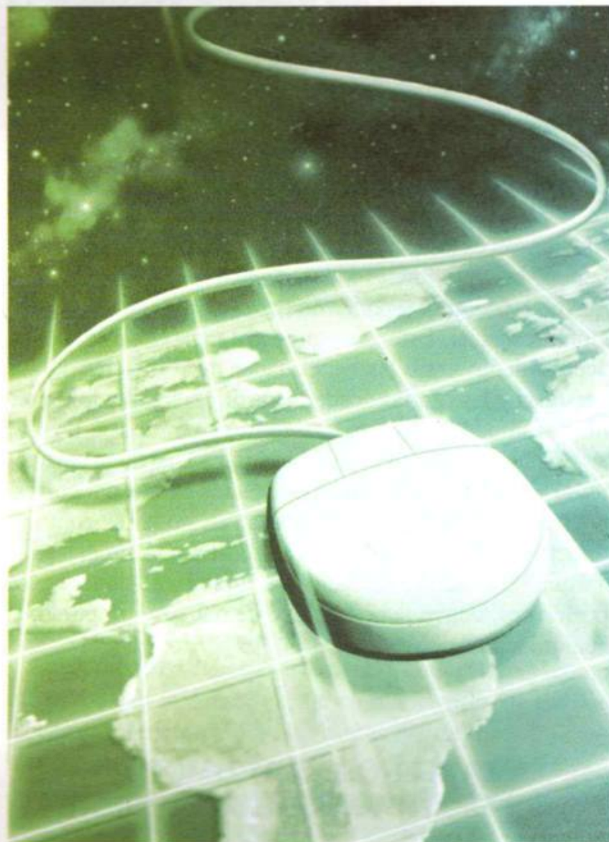
La institución educativa ha ido incorporando a lo largo de la historia a la tecnología, tanto en la gestión de los centros educativos como en la enseñanza. Podemos distinguir diversas generaciones en lo que respecta a las tecnologías en la educación. La primer generación fue con el uso casi exclusivo de los materiales impresos, la segunda con la utilización además de los lenguajes y medios audiovisuales, hasta llegar a lo que hoy en día se conoce como la tercera generación: las Nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación. Es en el contexto de estas nuevas tecnologías que debemos considerar las nuevas modalidades de educación a distancia.

La enseñanza a distancia entonces, en los actuales tiempos y con los respectivos recursos tecnológicos existentes, corresponde a aquella modalidad de educación formal donde -utilizando medios electrónicos-, la interacción entre los alumnos y el docente se concreta a través de plataformas virtuales, siendo el contacto real (físico) entre estos agentes prácticamente inexistente o innecesario.

En la "modalidad pura" de Educación a distancia o *e-learning*, las clases se llevan a cabo en un "Aula Virtual" en la que interactúan los alumnos entre sí y con el docente. Si la institución educativa es universitaria los alumnos ingresan -en general a través de internet-, a un "Campus Virtual" o "Campus digital". Este intenta recrear en un ambiente virtual la mayor parte de las actividades que se realizan en un Campus universitario. Existen también modalidades de Educación a Distancia semi presenciales en los cuáles no existe el Aula virtual, los cursos son presenciales y apoyados con internet, el correo electrónico y video conferencia entre otras tecnologías.

La Educación a Distancia a través de medios virtuales está evolucionando muy rápidamente. Hace pocos años era casi absurdo pensar que los sistemas de enlace entre computadoras distantes pudieran ser medios para sustentar actividades educativas. Eran lentos, poco fiables y accesibles sólo para unos pocos. El advenimiento de internet y la generalización del uso de los medios informáticos han hecho que la situación cambie, y desde los años 90 existen plataformas para Educación a Distancia en la modalidad denominada "e-learning".

Sin embargo, la enseñanza a distancia aún comprende un campo de acción reducido en comparación con la enseñanza tradicional. Según Desmond Keegaun (Fundamentos de la Educación a distancia, 1996) "600 millones de estudiantes (la mayoría niños) concurren a institutos de enseñanza tradicional, y sólo 30 millones (adultos, en general) están matriculados en "programas de Educación a Distancia", aunque la tendencia de esta última es creciente. La mayoría de las universidades del mundo - y progresivamente en el Tercer Mundo- están utilizando sistemas digitales en mayor o menor medida. El uso de multimedia, e-mail, foros de discusión, chats, video conferencias, etc. se está difundiendo cada vez más.





DIFERENCIAS ENTRE LA EDUCACIÓN PRESENCIAL Y LA EDUCACIÓN A DISTANCIA

La incorporación de este modelo educativo implica varios cambios tanto desde el lado de la demanda -los

alumnos- como de la oferta -instituciones educativas y docentes-. El alumno, usuario del servicio de "e-learning", tiene sus propios esquemas de aprendizaje y de socialización en el ambiente educativo que debe cambiar. La institución educativa y los docentes, se enfrentan a un nuevo esquema no solo educativo, sino también administrativo, y tienen que redefinir sus procesos de administración y logística para atender el nuevo espacio educativo.

La Educación a Distancia contribuye a solucionar las limitantes de *proximidad* y *simultaneidad* que presenta la educación presencial. La proximidad se refiere a la necesidad de los alumnos y profesores de estar físicamente lo suficientemente cerca para poder verse y escucharse. La simultaneidad refiere a la necesidad de que docentes y alumnos participen del acto educativo al mismo tiempo o sea en forma sincrónica.

La introducción de la "virtualidad" trae aparejado un cambio en el concepto de tiempo y espacio, el educador y el educando no deben coincidir en el mismo espacio físico ni tienen que coincidir en el tiempo (asincronismo). Muchas veces los estudiantes interactúan, solos con el contenido, las actividades y las evaluaciones, teniendo así mayor autonomía y poder de decisión que con la educación presencial. Esto hace que exista una oportunidad de acercamiento entre las necesidades de formación de las personas y las ofertas académicas de las instituciones sin mediar impedimentos de traslados, geográficos o físicos.

En las modalidades de Educación a Distancia anteriores al e-learning, que corresponde a los cursos por correspondencia, la radio y la TV educativa, no había contacto directo entre los alumnos y los profesores. En el "Aula Virtual" sí se da ese contacto, los alumnos al igual que los profesores, tienen la posibilidad de hablar y oír como en cualquier aula convencional.



LA TECNOLOGÍA COMO FACILITADOR DEL APRENDIZAJE

Uno de los errores más frecuentes que se han cometido en la implementación del e-learning es haber descuidado demasiado las teorías acerca del aprendizaje y de la educación, centrándose en los aspectos tecnológicos. La experiencia ha mostrado que la inclusión por sí sola de las nuevas tecnologías no implica una mejora de la calidad educativa, la incorporación de las mismas tiene que ir acompañada de un cambio pedagógico en el paradigma educativo. Hay que modificar los diseños instruccionales basados en los libros de texto y la noción de conferencia o charla magistral que dictan los docentes en sus clases. Pero esto no se logra tan fácilmente, la experiencia también ha mostrado el carácter inercial en la adopción y aceptación de cualquier nuevo medio. El ejemplo del cine que durante los primeros 40 años fue teatro filmado es un ejemplo perfecto.

La tecnología debe por lo tanto estar subordinada al enfoque pedagógico, debe actuar como un *facilitador* de los procesos educativos.



VENTAJAS DE LA EDUCACIÓN A DISTANCIA

- Contribuye a resolver los siguientes impedimentos: tiempo escaso, trasladarse desde un lugar lejano, personas con discapacidades que les dificultan el traslado. Es especialmente útil para personas que no disponen de demasiado tiempo o que debido a sus actividades no pueden adaptarse a un sistema de horarios rígido. Los alumnos tienen libertad de horarios para tomar sus lecciones o para estudiar y la posibilidad de hacerlo desde su propio hogar o su oficina, al ritmo que cada uno considere más adecuado.
- Promueve la equidad e igualdad en el acceso a la información pues todos desde diferentes lugares pueden acceder a los mismos datos.
- Reduce la asimetría existente entre Montevideo y el interior del país, especialmente en el ámbito universitario, donde la mayor parte de los estudiantes deben trasladar su residencia a Montevideo a efectos de poder concurrir a los cursos.
- Puede contribuir a abatir el alto nivel de deserción del nivel secundario, a través de cursos de Educación a Distancia que sean más flexibles para los alumnos.
- Reduce costos y aumenta la eficacia de la capacitación laboral. Hay estudios que indican que se puede lograr una reducción de hasta un 60% en los precios de los cursos y carreras de e-learning.
- Contribuye a mejorar el acceso a la educación a las personas con capacidades diferentes.
- Puede contribuir a posicionar a Uruguay como un país líder en el desarrollo de capacitación a distancia, apuntando al mercado hispano-parlante.



DESVENTAJAS DE LA EDUCACIÓN A DISTANCIA

- En nuestro país una gran desventaja es el elevado costo de las tarifas telefónicas de Antel. El ente, ha disminuido las tarifas de conexión a internet pero las tarifas telefónicas son muy costosas. El potencial alumno que desee realizar un curso a distancia, debe conectarse varias horas por día a internet, realizando un gasto importante por este concepto.
- Existencia de prejuicios, con variantes entre los diferentes países, acerca de que la Educación a Distancia no tiene la misma calidad que la educación presencial. En algunos casos estos prejuicios pueden ser fundados, pues bajo el mismo rótulo de e-learning hay de todo, desde muy buenos cursos y carreras hasta otros verdaderamente deficientes. Pero en la mayoría, no tienen razón de existir. Las calidad de los cursos impartidos está relacionado con el instituto que lo dicta. Prestigiosas universidades como Stanford y Harvard e institutos como el MIT de Boston están

trabajando con e-learning. Corresponde a las instituciones que trabajan en este campo la responsabilidad de hacerlo seriamente, y crear en las sociedades de los diferentes países la conciencia de que la Educación a Distancia bien diseñada y realizada puede ser tanto o más sólida que la presencial desde el punto de vista de resultados a largo plazo.

- Validez de los títulos obtenidos: no hay un reconocimiento en nuestro país de los cursos o carreras realizados a través de esta modalidad ni de los títulos obtenidos. Tampoco existen sistemas de reválidas de cursos o títulos obtenidos en Educación a Distancia con carreras presenciales.
- Los elevados costos de la infraestructura necesaria para poder brindar un servicio de Educación a Distancia de buena calidad. Deben realizarse inversiones de difícil recuperación en el corto plazo.



LA EDUCACIÓN A DISTANCIA Y LA GENERACIÓN DE PUESTOS DE TRABAJO

Sin duda uno de los problemas más acuciantes que enfrenta nuestro país son las elevadas tasas de desempleo. Esta tecnología puede contribuir a generar nuevos puestos de trabajo en forma directa e indirecta.

- En forma directa apostando a posicionar al Uruguay como un país líder en el desarrollo de Tecnología Educativa, en particular en capacitación a distancia, apuntando en una primera instancia al mercado hispanoparlante. En el mundo es escasa la formación profesional o técnica dirigida a hispano parlantes. El sistema educativo uruguayo es reconocido en el exterior. Es fundamental a efectos de impulsar este Sector de Tecnología Educativa que los agentes públicos y privados trabajen en conjunto, tomando medidas tendientes a la promoción y crecimiento del mismo.
  Desarrollando proyectos de e-learning podemos generar trabajos para docentes, maestros, técnicos informáticos, técnicos en audiovisuales, entre otros. En la actualidad son muy importantes las sumas de dinero que están invirtiendo las empresas en proyectos de e-learning. El estudio "From e-learning to enterprise learning" elaborado por la consultora Deloitte Consulting asegura que frente a los 3.355 millones de euros que las empresas estadounidenses y europeas han invertido en este tipo de proyectos en el 2000, en el 2003 esta inversión crecerá hasta 15.100 millones de euros anuales, una suma nada despreciable. Incluso en las regiones Asia-Pacífico estas expectativas son altas pues sus empresas tienen planificado aumentar su inversión en este ámbito en un 20 %.
- Mejorando la competitividad de las empresas introduciendo esta modalidad en la capacitación de sus funcionarios. Esto mejora la eficacia de la capacitación laboral a la vez que reduce costos. Empresas como IBM en el ámbito mundial y como UTE en el local, son ejemplos de esto. Hay estudios que indican que se puede lograr una reducción de hasta un 60% en los precios de los cursos y carreras de e-learning.



REDUCCIÓN DE COSTOS DEL ESTADO

El Estado uruguayo podría realizar un gran ahorro adoptando esta modalidad para la capacitación de sus funcionarios. Si se capacitara por ejemplo a 15.000 empleados de diversas reparticiones del estado, a través de un curso que residiera en la Web, se ahorrarían costos de traslado de alumnos y docentes, de viáticos, de aulas, además de que el curso tiene un costo más bajo que contratar a una institución de capacitación. Dichos cursos también podrían realizarse a distancia sin utilizar internet a efectos de evitar los costos de conexión a la red, utilizando las intranets o redes internas de las instituciones.



FUTURO DE LA EDUCACIÓN A DISTANCIA

Si bien la Educación a Distancia es muy antigua, las nuevas formas de realizarla, aplicando las Tecnologías de Información de 3ª generación, están en su etapa de infancia. Dado que los medios virtuales crean condiciones para la educación con muchas más variantes posibles que los medios físicos, las instituciones educativas aún tienen un largo camino que recorrer en el proceso de aprendizaje sobre métodos didácticos y recursos técnicos aplicables en estos campos.

Si vemos a la *Escuela Virtual* o al *Campus Virtual* como un ámbito de información, de comunicación, de trabajo en equipo, de intercambio, de discusión, de conocimiento mutuo, podremos percibirla como una forma de educación altamente eficaz y amigable para las personas. Si a esto sumamos la atemporalidad característica de las actividades asincrónicas, la economía en tiempo y en dinero que se logra al mover información y mensajes en vez de trasladar personas, y al costo decreciente de las computadoras, es claro su tremendo potencial.

Ni los educadores ni los tecnólogos podemos predecir con razonable certeza cuál será la forma de Educación a Distancia del futuro. Es más, probablemente ésta continúe evolucionando continuamente, y entonces la cuestión no sea que nueva tecnología adoptar, sino cómo estar preparados para el cambio continuo, para la actualización tecnológica permanente. Esa necesidad de adaptación a un estado de continuo cambio, motivado por el incesante e inevitable avance de la tecnología, es y será para muchas instituciones y educadores, y para los mismos desarrolladores de tecnología, un desafío mucho mayor que la adopción de un determinado paradigma educativo o de una nueva tecnología.

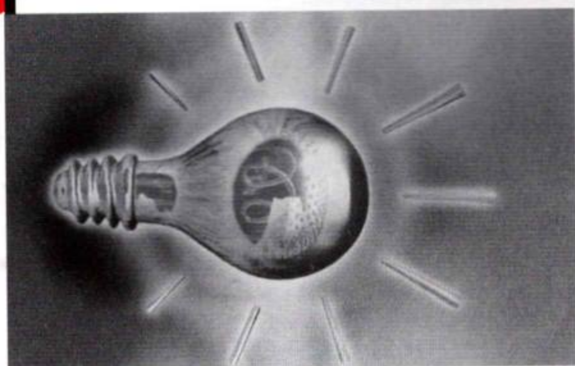
Bibliografía: "El uso educativo de Internet" – Ing. Jorge Grünberg, Dr. Alejandro Armellini



Sector eléctrico: uso y abuso de las comparaciones tarifarias

Ing. Beno Ruchansky, Gerente de Sector Estudios Empresariales y de Costos - UTE. Docente de la Facultad de Ingeniería - Universidad de la República.

Ec. Jorge Molinari, Economista Docente de la Facultad de Ciencias Económicas



Nota: Los Autores advierten que estos artículos fueron realizados a principios de este año, por tanto no está incorporado el impacto de la devaluación del peso uruguayo sobre las tarifas. De todos modos, la incorporación al análisis de la depreciación de nuestra moneda, refuerza la vigencia del artículo y sus conclusiones.

Las transformaciones que se han venido procesando en los últimos tiempos en el sector eléctrico, tanto a nivel internacional como local, han sido abordadas en varios artículos y programas periodísticos. En éstos ha sido preponderante la utilización de comparaciones de tarifas de energía eléctrica en un momento dado, como base de un diagnóstico acerca de cual es la realidad del sector energético y a partir de éste concluir cuáles deben ser las políticas a adoptar. En general en estos artículos el centro de la argumentación es que las tarifas de UTE son caras en el contexto regional y que ello es el resultado de un desempeño ineficiente de la empresa.

Se intentará en esta serie de entregas analizar estos planteos y brindar un conjunto de reflexiones que apuntan a mejorar la calidad de la información disponible y a poder reflexionar sobre bases más sólidas acerca de algunas de las interrogantes que están planteadas. ¿La comparación de tarifas medidas en dólares en un instante del tiempo, constituye un instrumento idóneo para elaborar conclusiones respecto a la eficiencia de una empresa? ¿Las tarifas de UTE son caras en comparación con las de la región? ¿Significan una pesada carga para la competitividad de las empresas radicadas en nuestro país?.

¿Cómo se comparan tarifas eléctricas de diferentes países?

Dado que los pliegos tarifarios difieren entre países, una de las formas de comparar es inventar un consumidor típico que consuma cierta cantidad de energía, siguiendo una curva de carga[1] determinada y a ese consumidor típico se le calcula cuanto pagaría si fuera cliente de cada una de las distribuidoras. Este tipo de comparaciones está normalizado y se efectúan a través de la CIER y del Subgrupo 9 de Políticas Energéticas del Mercosur.

En general se consideran tres grupos de clientes (Residenciales, Comerciales e Industriales), y para cada uno de ellos se definen distintos clientes típicos de acuerdo a la energía consumida y a la forma de su curva de carga. A modo de ejemplo consideremos la cuenta tipo para los residenciales de 200kWh (que en cualquiera de estos países es la que presenta mayor número de clientes), una cuenta tipo de clientes comerciales para los consumos de 2.000 kWh y una cuenta tipo para el caso de los clientes industriales de 500.000 kWh.

CIER: Consumos Típicos Residenciales

Vigencia Enero 2001[2] Cent.U$S/kWh

Cuenta Tipo: Pot. Contratada (kW) Energía (kWh/mes)		Rd 3 200		Rg 10 1.600	
		s/imp.	c/IVA	s/imp.	c/IVA
Argentina	EDENOR (Capital)	8,4	10,7	4,9	6,3
	EDESUR (Provincia)	8,3	12,0	4,9	7,1
	EPEC	12,7	16,7	14,2	18,7
	EDEMSA	10,3	13,0	6,8	8,6
	EMSA	10,8	17,6	19,4	24,6
	EDEERSA	9,9	15,6	17,0	27,3
	EPESF	17,3	22,1	19,6	25,0
Brasil	CEMIG	9,3	13,3	9,3	13,3
	CPFL	8,9	10,1	9,9	13,1
Chile	CGE	7,3	8,6	6,8	8,1
	CONAFE	8,1	9,5	8,4	9,9
Paraguay	ANDE	5,8	6,4	5,8	6,4
Uruguay	UTE	11,2	13,8	10,7	13,2

CIER: Consumos Típicos Comerciales

Vigencia Enero 2001 — Cent.U$S/kWh

Cuenta Tipo: Pot. Contratada (kW) Energía (kWh/mes)		Ce 20 2.000		Ci 200 50.000	
		s/imp.	c/imp. (sin/IVA)	s/imp.	c/imp. (sin/IVA)
Argentina	EDENOR (Capital)	14,2	15,2	6,3	6,7
	EDESUR (Provincia)	14,0	15,8	6,2	7,0
	EPEC	14,6	16,1	5,8	6,2
	EDEMSA	20,0	20,4	7,2	7,4
	EMSA	14,7	19,6	7,3	9,7
	EDEERSA	15,3	18,1	7,5	8,9
	EPESF	14,7	19,7	7,8	10,4
Brasil	CEMIG	8,7	10,6	5,6	6,9
	CPFL	8,5	10,4	6,0	7,3
Chile	CGE	14,7	17,3	5,5	6,5
	CONAFE	11,6	13,7	5,9	7
Paraguay	ANDE	6,1	6,1	4,3	4,3
Uruguay	UTE	13,2	13,2	8,6	8,6

Fuente: Síntesis Informativa Energética de los Paises de la CIER 2001
Boletín de Tarifas MERCOSUR, Subgrupo Nº 9 "Políticas Energéticas"

CIER: Consumos Típicos Industriales

Vigencia Enero 2001 — Cent.U$S/kWh

Cuenta Tipo: Pot. Contratada (kW) Energía (kWh/mes)		Id 1.750 500.000	
		s/imp.	c/imp. (Sin IVA)
Argentina	EDENOR	5,3	7,1
	EDESUR	5,5	5,9
	EPEC	5,4	5,5
	EDEMSA	6,5	8,3
	EMSA	5,6	7,4
	EDEERSA	4,7	6,4
	EPESF	5,6	7,5
Brasil	CEMIG	6,4	7,8
	CPFL	4,1	5,0
Chile	CGE	4,7	5,6
	CONAFE	3,9	4,6
Paraguay	ANDE	3,9	4,2
Uruguay	UTE	5,3	5,3

Fuente: Síntesis Informativa Energética de los Paises de la CIER 2001

A partir de la información que brindan las cuentas tipos resulta difícil extraer conclusiones terminantes, ya que en algunas cuentas tipo UTE se encuentra entre las más caras y en otras cuentas tipo es de las más baratas. Por lo tanto se requiere un análisis más profundo de cual es la información que brindan las cuentas tipo.

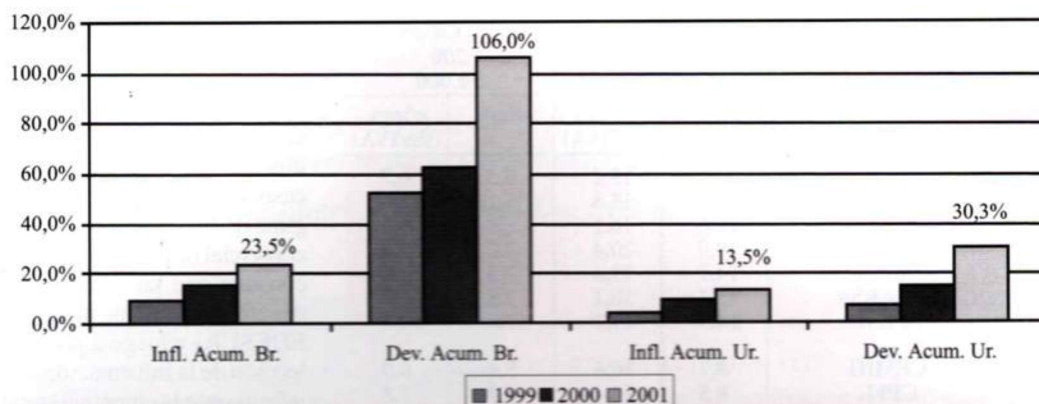
Un enfoque complementario al de las cuentas tipo es el que efectúa una contrastación de los precios medios por categoría tarifaria, por empresa y por país. OLADE por ejemplo realiza un comparativo de tarifas medias por país. Este tipo de metodología ayuda a evaluar el desempeño global del sector. Si bien este es un dato a tener en cuenta, como veremos más adelante, adolece de limitaciones y de problemas metodológicos (por ej. forma de ponderación) que si bien no lo invalidan, restringen su ámbito de aplicación.

Análisis crítico de las conclusiones que se pueden extraer del análisis de las cuentas tipo y de la comparación de precios medios

Una posibilidad es utilizar la lógica seguida por algunos de los ya citados artículos periodísticos. En ese caso se consideraría en el análisis alguna de las cuentas tipo residencial y comercial (en las que generalmente se constata que las tarifas de UTE son mayores que las de EDENOR y EDESUR) y luego a partir de esa selección de la información existente se inferiría que la empresa estatal uruguaya es ineficiente en relación con las empresas privadas concesionarias de Buenos Aires. Resulta curioso que aplicando esa misma lógica, al observar que las tarifas de ANDE son las más baratas en todos los casos, también se podría arribar a la conclusión (no mencionada en dichos artículos de prensa) de que ANDE (empresa estatal paraguaya e integrada verticalmente) es la empresa más eficiente. A partir de ello surgen tres interrogantes. En esta opción, ¿se comparan cosas comparables? ¿Es razonable ese tipo de conceptualización? ¿Es la única metodología de análisis posible?.

Un aspecto importante a considerar es si se están comparando cosas comparables. Un primer paso en este sentido es analizar la unidad de medida utilizada para la comparación. En general se utiliza como numerario el dólar, ello implica que los precios de las empresas pueden alterarse por factores ajenos a su desempeño como lo es la política cambiaria adoptada por el país en el cual este radicada la empresa. Este tipo de fenómeno ha sido especialmente relevante en el pasado reciente en la región. Un ejemplo ilustrativo es la diferencia observada entre la devaluación y la inflación acumuladas en los últimos tres años en Brasil, lo que determinó una notoria ventaja en la comparación de las tarifas en dólares de las empresas brasileñas en relación con los otros países de la región. En particular en la contrastación con las tarifas de Uruguay[3], implicó que sin necesidad de mediar mejora alguna de eficiencia de las empresas brasileñas, sus tarifas sus tarifas expresadas en dólares en se abarataron en aproximadamente un 15% respecto de las tarifas de UTE, en el acumulado de los últimos tres años.

Inflación y Devaluación acumuladas en los países de la Región en los Ultimos 3 Años



La situación argentina es también muy ilustrativa en este sentido. El día posterior al abandono de la convertibilidad sus tarifas expresadas en dólares cayeron un 29%. Sin llegar a estos casos extremos, durante buena parte de los años noventa existieron diferencias en las políticas cambiarias de los países, las que deberán ser consideradas a los efectos de comparar cosas comparables.

Un segundo factor relevante a considerar es el relacionado con las características de la demanda. En este sentido, uno de los aspectos importantes a tener en cuenta es el que deriva de comparar empresas o países con estructuras de consumo muy disímiles. Por ejemplo, es muy diferente el costo asociado a una estructura que presenta la mayor parte de sus consumos en baja tensión, en relación a otra en la cual exista un número muy importante de clientes en alta tensión. Tampoco se pueden comparar países que por razones estructurales tienen un mejor factor de carga[4] que otros. En este aspecto Uruguay presenta la particularidad de que la mayor parte de su demanda es residencial (45% del total de energía), categoría que es generalmente la de peor factor de carga, lo que genera un incremento de los costos asociados a las inversiones necesarias para cubrir la demanda máxima, existiendo una importante capacidad ociosa durante el resto del año. Este aspecto puede llegar a tener una incidencia significativa. A modo de ejemplo se puede mencionar que el sistema interconectado de Uruguay tiene un factor de carga de aproximadamente 0.6, en tanto que el de Perú está en el entorno de 0.8

País	Empresa	Total (GWh)	Residencial (%)	Comercial (%)	Industrial (%)	Otros (%)
Argentina	EDENOR	12.882	38,9%	18,4%	12,9%	29,8%
	EDESUR	12.325	37,9%	20,8%	32,8%	8,5%
	EPEC	3.825	24,7%	8,6%	0,9%	65,8%
	EDEMSA	2.178	22,0%	11,2%	41,8%	25,0%
	EMSA	784	30,4%	7,5%	12,9%	49,2%
	EDEERSA	1.209	32,4%	12,1%	17,6%	37,9%
	EPESF	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d
Chile	CGE	2.500	33,9%	15,0%	43,4%	7,7%
	CONAFE	543	31,6%	25,7%	34,6%	8,1%
Paraguay	ANDE	4.288	42,9%	19,9%	18,1%	19,2%
Uruguay	UTE	6.112	45,5%	23,2%	28,4%	3,0%

Fuente: CIER

Debe tenerse en cuenta asimismo la densidad de carga, concepto que se asocia al consumo per cápita y a la dispersión de la demanda. A mayor densidad de la carga los costos son menores, observándose lo que se denominan economías de densidad. Consideremos ahora la pertinencia de comparar a UTE con EDENOR y EDESUR, como puede constatarse en el cuadro UTE tiene 6,6 clientes por km² mientras que EDENOR y EDESUR presentan densidades de 490,6 y 637,2 clientes por km² respectivamente.

País	Empresa	km²	Clientes	Clientes/km²
Argentina	EDENOR	12.882	38,9%	18,4%
	EDESUR	12.325	37,9%	20,8%
	EPEC (*)	3.825	24,7%	8,6%
	EDEMSA	2.178	22,0%	11,2%
	EMSA	784	30,4%	7,5%
	EDEERSA	1.209	32,4%	12,1%
	EPESF (*)	n/d	n/d	n/d
Chile	CGE	2.500	33,9%	15,0%
	CONAFE	543	31,6%	25,7%
Paraguay	ANDE (*)	4.288	42,9%	19,9%
Uruguay	UTE (*)	6.112	45,5%	23,2%

(*) Empresas Públicas. Fuente: Empresas Argentinas ADEERA, resto CIER

La importancia de este parámetro en la determinación de los costos y su incidencia por lo tanto en las tarifas puede apreciarse en el siguiente cuadro, donde se presentan los resultados de la consultoría sobre VADE (Valor Agregado de Distribución Estándar) que vienen llevando adelante Mercados Energéticos y Sinex. Se puede observar que los costos unitarios de la zona 5 (la de menor densidad de carga) en relación a la zona 1 (la de mayor densidad de carga) son más de cinco veces superiores. ¿Es entonces razonable la comparación de las tarifas de UTE con las de Edenor y de Edesur sin efectuar ningún tipo de ajuste por la densidad de carga?.

Zona	**Uruguay**
	VADE (Base 100 = Zona 1)
1	100
2	137
3	170
4	334
5	556

Como puede apreciarse en el cuadro siguiente, éste es un resultado que no se constata exclusivamente en el estudio del VADE de nuestro país. En estudios similares de Perú y Chile se detectan también disparidades de costos entre zonas de distinta densidad de carga.

Zona	**Perú**	**Chile**
	VADE (Base 100 = Zona 1)	*Tarifa (Base 100 = Zona 1)*
1	100	100
2	93	107
3	116	120
4	157	152

En definitiva estos dos elementos considerados previamente son ilustrativos de que, la sola comparación de las tarifas medidas en dólares en un momento dado no alcanza para sacar conclusiones acerca de la eficiencia o ineficiencia de una empresa eléctrica. Si bien los precios constituyen un indicador relevante del desempeño empresarial, estos deben ser ajustados, a los efectos de una correcta comparación, por aspectos tales como: la incidencia de políticas macroeconómicas (por ej. política cambiaría y monetaria), políticas económicas y energéticas, marco institucional y regulatorio vigente, nivel de ingresos de la población, dotación de recursos energéticos, características de la demanda (dispersión geográfica, densidad de consumo, factor de carga, grado de cobertura, características geográficas, etc) y la calidad de servicio. Es decir, no es posible conceptualizar un fenómeno multidimensional a partir de un análisis unidimensional.

Una de las dimensiones más relevantes a incorporar en este tipo de análisis es el tiempo. Para ello no alcanza con una comparación en un momento dado (análisis estático) o una contrastación en dos momentos del tiempo (estática comparativa), es imprescindible el estudio de la evolución de la tarifa. Este estudio, si bien es complejo, aporta información relevante. A modo de ejemplo y como adelanto de lo que se presentará en un próximo artículo, se analizó la evolución del precio medio de las empresas reguladas por el ENRE (EDELAP, EDENOR y EDESUR) y se comparó con la evolución del precio medio de UTE desde septiembre de 1992 a fines del 2001.

Se constató que la tarifa promedio en términos reales (deflactado respecto del IPC) de estas tres empresas bonaerenses se ha reducido desde setiembre de 1992 a noviembre del 2001 un 24,7%, mientras que el precio medio de UTE en términos reales entre 1992 y el 2001 se ha reducido 29,6%. La percepción general es que el proceso de reforma de sector eléctrico argentino ha sido exitosa y muy probablemente esto sea así. Si nos basamos en los números precedentes cabría la misma apreciación para el sector eléctrico uruguayo. Sin embargo, y sin descartar a priori dicha conclusión, creemos que ella no puede inferirse solamente a partir de dichas cifras. Para extraer conclusiones válidas, resulta imperioso un manejo más transparente de la información y una profundización en el análisis de los indicadores de performance de la empresa, de forma de posibilitar un debate que nos permita superar nuestras carencias y profundizar en nuestras fortalezas. A ello nos abocaremos en el próximo artículo.

---

* Este artículo fue elaborado en la Gerencia de Sector Estudios Empresariales y de Costos, y redactado por el Ec. Jorge Molinari y el Ing. Beno Ruchansky, en base a la exposición realizada en el encuentro de RYN (diciembre 2002)

1 Curva de carga: es la representación gráfica de la distribución de la demanda en un período dado de tiempo
2 Corresponde a la última información oficial disponible.
3 En el ejemplo planteado se supuso para la estructura de costos de las empresas, una incidencia similar de la composición en dólares y en moneda nacional.
4 El Factor de Carga es la relación entre la energía realmente consumida y la energía que se podría consumir aprovechando completamente la máxima potencia demandada.



Conceptos básicos sobre calidad

Ing. Joaquín Próspero Cassou

Un recurso con valor estratégico para el entorno empresarial

A continuación publicamos la segunda y última parte de este artículo, cuya primera parte fue publicada en el nº 44 de nuestra Revista

CONTROL ESTADÍSTICO DE LA CALIDAD

Se aplica para controlar producciones o lotes grandes en que no se puede realizar el control unidad por unidad. Contrariamente al control 100 % no se trata de un control ejecutivo, sino informativo que traduce su estudio en calcular una probabilidad de calidad, pero no sobre cada unidad sino sobre un lote.

A continuación se tratará el caso de muestreo y control por atributos que es el caso más aplicable a organizaciones productoras de servicios. Tal como se expresó anteriormente su resultado, por ejemplo, no se referirá a si cada comida servida por un restaurante es aceptable o no, sino a la probabilidad de que el total de comidas servidas por el restaurante lo sean.

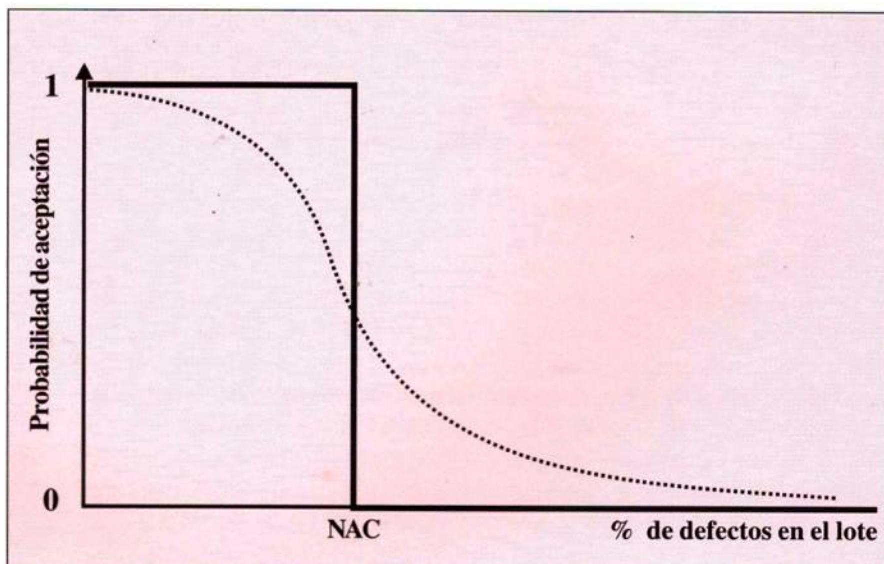
Se parte de la constatación de que todo sistema productivo, produce con variabilidad de tal modo que habrá un porcentaje de unidades producidas que no satisfacen la norma de calidad. Tal como se estableció en su momento cuanto mayor sea la exigencia de concordacia mayor será el costo. Para el caso de restaurantes cuánto más exigente respecto de la calidad sea el cliente, el costo de la comida será mayor. De tal modo productor y consumidor se ponen de acuerdo tácitamente o explícitamente respecto de la calidad y precio del producto. Yendo a otro ejemplo: un productor de fósforos y un consumidor se ponen de acuerdo en un precio: si el precio es alto el consumidor podrá exigir un nivel de calidad alto, por ejemplo que no haya más de 0,1 % de fósforos fallados. Si el consumidor desea una calidad de concordancia mayor aún, por ejemplo, no más 0,01 % de fósforos fallados, el proveedor le exigirá un precio mayor.

Ese acuerdo es lo que se llama Nivel Aceptable de Calidad ó NAC.

Ahora bien: y cómo se hace para determinar si efectivamente no más de 0,01 % de los fósforos están fallados?. Obviamente no podemos ensayarlos todos ya que ello significaría caer en el control 100% . Entonces otra vez proveedor y consumidor deben ponerse de acuerdo: ese nuevo acuerdo es un plan de muestreo que se expresa de la siguiente forma: dado el tamaño "N" del lote, se toma una muestra de "n" fósforos y se ensayan: si, de esa muestra, menos de "c" fósforos fallan, entonces el lote se acepta; si hay más de "c" fósforos fallados en la muestra, el lote es rechazado. De tal modo entonces hay 3 variables involucradas: NAC que expresa el acuerdo respecto al nivel de calidad de concordancia del lote y evalúa la cantidad de piezas defectuosas en el lote; "n" tamaño de la muestra para el plan de muestreo que depende del tamaño del lote; "c" cantidad de piezas defectuosas en la muestra

De lo dicho se deduce: un plan de muestreo ideal tendría una representación como se muestra en línea gruesa en la siguiente gráfica, que se traduce en que todo lote con menor cantidad de piezas defectuosas que el NAC sería aceptado o sea tendría 100 % de probabilidad de ser aceptado y todo lote con mayor cantidad de defectos que el NAC sería rechazado o sea tendría 0 % de probabilidad de ser aceptado.

Pero no existe ningún plan de muestreo que cumpla con ese enunciado. Todo plan de muestreo da lugar a una gráfica según la línea punteada, con la consecuencia de que existirán lotes de calidad superior al NAC con apreciable probabilidad de ser rechazados y existirán lotes de calidad inferior al NAC con apreciable probabilidad de ser aceptados. Estos son lo que se llaman "riesgo del proveedor " y "riesgo del usuario" respectivamente del plan de muestreo acordado. A lo sumo se podrán elegir planes de muestreo que acoten la probabilidad de tales riesgos, pero sin llegar nunca al "ideal".



La existencia real de estos riesgos y el estar hablando de porcentajes de piezas defectuosas en un lote, ha provocado que los usuarios que son quienes deciden que calidad quieren y qué confiabilidad quieren, se sientan inseguros sobre la calidad de los productos que compran cuando se usa el SQC y han comenzado a exigir la seguridad de que el productor tenga sus procesos bajo control, surgiendo así el Control Estadístico de Procesos o CEP.

CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS

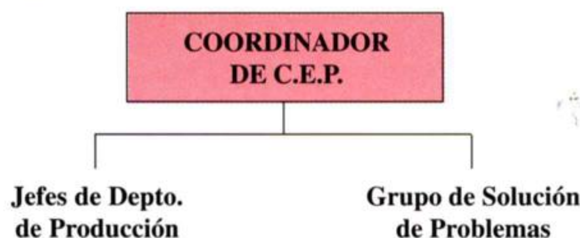
El propósito del Control Estadístico de Procesos es usar métodos estadísticos para controlar procesos y resolver problemas de modo de mejorar continuamente calidad, productividad y costos: prevenir defectos antes que detectarlos después de ocurridos. El mayor «costo de la calidad» es el gasto de hacer defectuosas que deben descartarse como "scrap" o reprocesarse con el correspondiente sobre costo. Es necesario detectar y reducir las variaciones en los procesos que afectan la calidad de los productos: reducir las variaciones significa mayor uniformidad y menos desperdicio y por lo tanto ahorrar tiempo y dinero que se gastarían produciendo productos defectuosos.

Los objetivos que persigue el CEP son, entonces:

- disminuir costo de la calidad, reduciendo scraps, retrabajos y costo de inspección;
- disminuir costo de operación optimizando la frecuencia de ajustes y cambios;
- mejorar la productividad identificando y eliminando las causas de condiciones fuera de control;
- reducir la variabilidad, estableciendo un predecible y consistente nivel de calidad;
- eliminar la dependencia de la inspección masiva.

El intento de implantar el CEP, tiene los siguientes requerimientos:

A) Estructura : superponer a la estructura del organigrama de producción la siguiente:



El Coordinador de CEP deberá tener autoridad sobre la organización y amplio conocimiento de los diferentes procesos productivos y de la estadística básica para operar el programa para lo cual, si es necesario, contará con un asesor en Estadística. Sus responsabilidades son:

a) fijar metas en la implantación del CEP;

b) coordinar esa implantación ;

c) llevar registros de resultados;

d) autorizar y coordinar acción correctiva;

e) supervisar estudios y diseño de experimentos sobre capacidad de equipos y procesos.

Los Jefes de Deptos. de Producción deberán decidir qué procesos y áreas de producción deben controlarse, en acuerdo con el Coordinador; deberán seleccionar las técnicas de registro en gráficos de control e implantar esos gráficos; dirigirán la realización de estudios de potencial de procesos; calcularán los Límites de Control (superior e inferior); vigilarán los gráficos de control y tomarán las acciones correctivas para llevar y mantener los procesos en estado de Control Estadístico; explicarán a todos sus supervisados lo siguiente:

- la importancia de los gráficos como herramienta para solucionar problemas;
- qué beneficios se derivan de su uso;
- cómo se llevan los gráficos y cómo se lee en ellos.

El Grupo de Solución de Problemas deberá estar constituido por representantes de nivel de todas las disciplinas que afectan los procesos productivos: Recursos Humanos, Mantenimiento, Investigación y Desarrollo, Ingeniería Industrial, etc..

La responsabilidad de los integrantes de la estructura de CEP es, en definitiva: coordinación del esfuerzo de CEP, análisis estadístico y monitoreo del proceso productivo y, fundamentalmente, identificación y resolución precoz de problemas. Lo que importa sobretodo es lo mencionado por último: no debe caerse en el error de que los gráficos de control sean un fin en sí mismos. Sirve el CEP en la medida que se logre SEP (Solución Estadística de Problemas).

B) Capacitación y Entrenamiento;

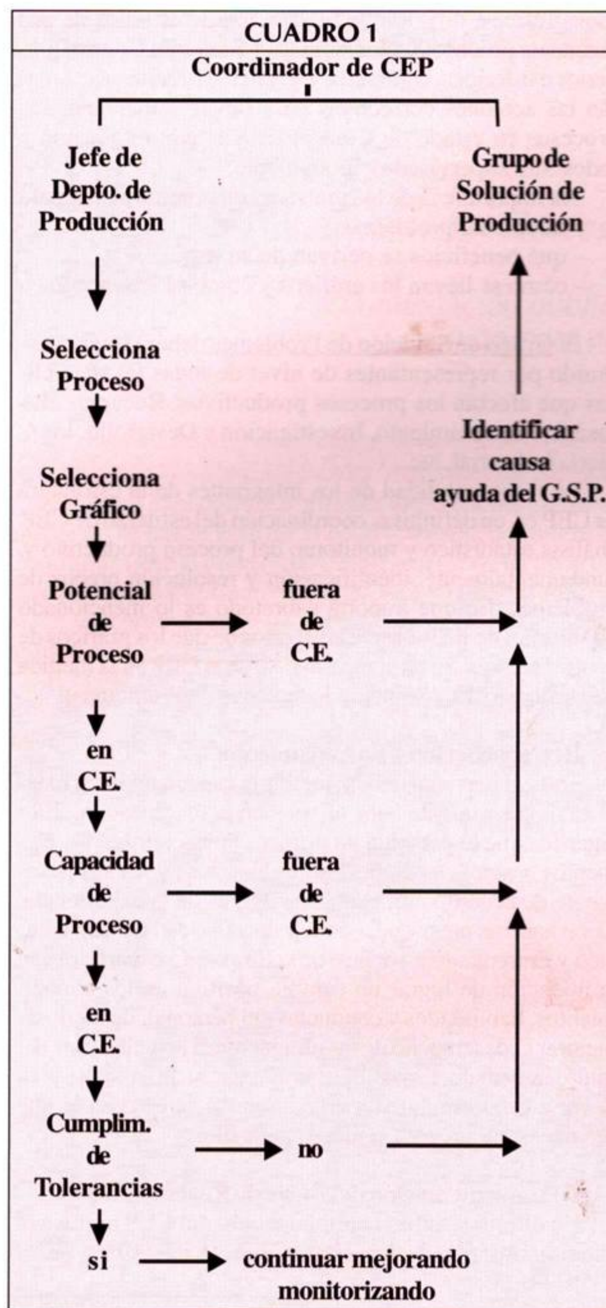
Todo el personal deberá recibir la capacitación en Estadísticas conveniente para su nivel en la organización. Ello significa que el personal de primera línea conozca los elementos básicos, los Supervisores algo más y así sucesivamente de acuerdo con pautas recogidas de la experiencia. Debe hacerse notar que, como toda actividad de Capacitación y Entrenamiento dentro de la Empresa, se realizará con la intención de lograr un cambio positivo en los conocimientos, habilidades y conductas del personal, de modo de mejorar el desempeño de las obligaciones actuales y las del futuro inmediato. Es posible que aparezcan dificultades para llevar a cabo esta tarea y en consecuencia es posible que sea necesario un gran esfuerzo para ello.

C) Implementación del Bucle de Realimentación.

En último término la implantación del CEP implica el funcionamiento de las etapas que se describen en el CUADRO 1.

Todo proceso productivo tiene variabilidad y por lo tanto los productos acusan variaciones. El tema del CEP es el estudio y la eliminación y/o acotación de las causas de esas variaciones que pueden dividirse en 2 grupos: causas comunes y causas especiales e individualizables. Las primeras derivan de variaciones al azar del conjunto de parámetros que gobiernan el proceso; las segundas derivan en variaciones asignables y en general corregibles. Al hacer los estudios de potencial y capacidad deben eliminarse previamente y/o con ayuda del G.S.P., lo más posible las causas asignables de variación: debe asegurarse la velocidad especificada, las materias primas y los accesorios adecuados, operadores bien calificados para la tarea, etc..

El estudio «Potencial del Proceso» se lleva a cabo durante un corto período de tiempo, usando el mismo lote de materia prima, con los mismos operadores, etc., como si es congelaran las condiciones de funcionamiento del proceso y tratando de eliminar todas las posibles causas de variación asignables a defectos visibles.



• Una vez que el Potencial del Proceso está realizado se calculan los límites superior de control (LSC) e inferior (LIC) para determinar si el proceso está en Control Estadístico (C.E.) o fuera de él. Si el proceso está fuera de C.E. debe hacerse un esfuerzo inmediato para identificar las causas del problema y resolverlas. Si es necesario se pide ayuda al Grupo de Solución de Problemas (G.S.P.).

Una vez que el proceso ha sido llevado a estar en C.E., como consecuencia de la acción correctiva, se repite la secuencia hasta estabilizar el funcionamiento y está en condiciones de ser controlado por el siguiente estudio, determinación de la "Capacidad de Proceso".

El estudio "Capacidad de Proceso" es una medida estadística de las variaciones por causas comunes exhibidas por un proceso sobre un extenso período de tiempo, bajo condiciones normales de trabajo, o sea que ya no se trata de un estudio en condiciones congeladas, debiendo incluirse cambios de operarios, cambios y ajustes de máquina, diferentes lotes de materias primas y otras variaciones que puedan ocurrir. Un cálculo de la "capacidad de proceso" como a continuación se indica, que tenga en cuenta las variaciones por causas comunes, no puede ser hecha hasta que el proceso no esté en C.E..

Si el gráfico de control usado es el llamado de "Promedio y Rango", una forma de calcular la "Capacidad de Proceso" es a través del índice de capacidad de proceso que es la menor de las siguientes dos expresiones:

$$a' = \frac{LSE - \bar{\bar{X}}}{3\ s} \qquad a'' = \frac{-(LIE - \bar{\bar{X}})}{3\ s}$$

LSE es el límite superior especificado o sea valor especificado más la tolerancia superior

LIE es el límite inferior especificado o sea valor especificado menos tolerancias inferior

$\bar{\bar{X}}$ es el promedio de los promedios de los valores de la variable

"s" es la desviación standard de la distribución real de la variable observada.

Si el valor de la "capacidad de proceso" es mayor o igual a 1 se puede asegurar que el proceso cumple con las tolerancias; en particular si es mayor o igual a 1,67 solamente 1 unidad por millón podrá estar fuera de tolerancia.

Que un proceso esté en C.E. quiere decir que es estable y predecible, pero no necesariamente aceptable. En otras palabras: puede estar en control estadístico pero fuera de los límites de tolerancia. Aquí entonces se completa el bucle analizando si el proceso está o nó dentro de las tolerancias, interviniendo como en los casos anteriores, el G.S.P.

El esfuerzo para llevar el proceso a sus tolerancias preestablecidas puede llevar a una de los siguientes resultados:

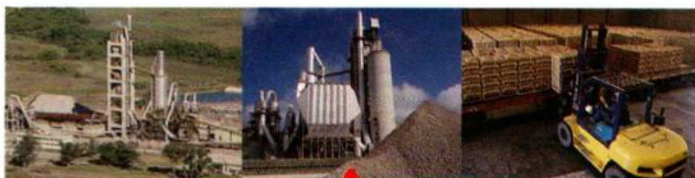
1) el proceso, el equipo, las tolerancias son compatibles y en cierto lapso se eliminaran los problemas;

2) el proceso, el equipo y las tolerancias no pueden compatibilizarse y la Administración deberá tomar una de estas decisiones:

- cambiar el proceso y/o el equipo;
- cambiar las tolerancias, con el grave riesgo de trasladar el problema a los clientes externos y/o internos, con su posible rebote comercial;
- descontinuar el proceso.

De todo lo dicho se deduce que el CEP introduce un par de cambios sustantivos: 1° control en tiempo real ; 2° control llevado a cabo, fundamentalmente, por los mismos productores.

Si, en esa situación, se agrega que la Dirección Superior de la Empresa se comprometa vitalmente con el programa de calidad, trasmitiendo a toda la organización su compromiso de que la calidad debe tener prioridad absoluta, que debe ser una acción permanente, continua y sin excusas, que debe abarcar a todas las actividades empresariales y en la que todos deben participar, será obtenible el ideal de la CALIDAD TOTAL ; sin esos componentes esa expresión será solamente una expresión de moda a la que mucha gente recurre como forma de adornar, tal vez injustamente, sus productos.







**COMPAÑIA URUGUAYA
DE CEMENTO PORTLAND S.A.**



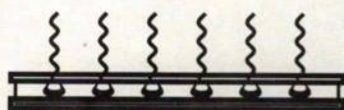






María Orticochea 4707 / Tel.: 309 2810 / Fax: 307 1178 / E-mail: pi@cartigas.com.uy

Calor parejo en todo tu hogar.



Losa Radiante Eléctrica.
Con Tarifa Inteligente es muy económica y no requiere mantenimiento. Ideal si va a construir o reformar su casa.
Calor uniforme, regulable en cada ambiente.
No consume combustible ni libera gases tóxicos.



Informate llamando a Telegestiones 1930, o desde el interior, 0800 8111.

LAS RUTAS

PUEDEN LLEVARTE

A CUALQUIER PARTE ...



... INCLUSO
A LO DESCONOCIDO.

DIA A DIA MEJORAMOS LAS RUTAS NACIONALES
PARA AUMENTAR SU SEGURIDAD.
NO SU VELOCIDAD.
MANEJE CON PRUDENCIA.



MINISTERIO DE
TRANSPORTE
Y OBRAS PUBLICAS

Achard Algorta